

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局



(43) 国際公開日
2002 年1 月10 日 (10.01.2002)

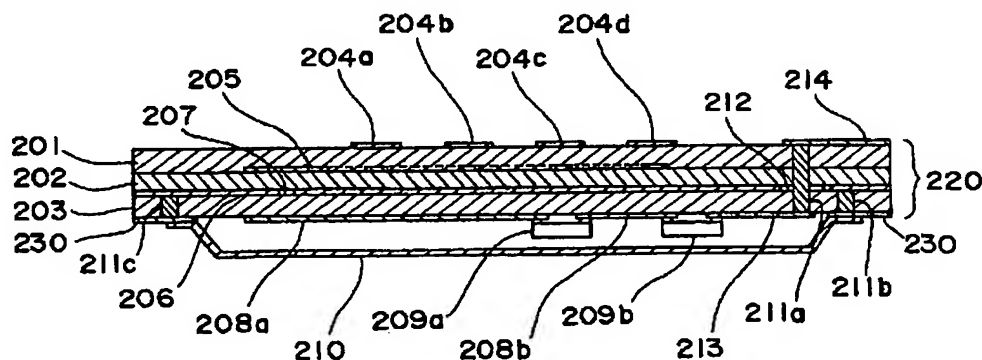
PCT

(10) 国際公開番号
WO 02/03499 A1

- (51) 国際特許分類⁷: H01Q 13/08, (72) 発明者; および
21/06, H01L 25/04, H05K 3/46 (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 山田 敏史 (YAMADA, Atsushi) [JP/JP]; 〒632-0078 奈良県天理市杉本町281-3 Nara (JP).
- (21) 国際出願番号: PCT/JP01/05102
- (22) 国際出願日: 2001 年6 月15 日 (15.06.2001) (74) 代理人: 青山 葆, 外(AOYAMA, Tamotsu et al.); 〒540-0001 大阪府大阪市中央区城見1丁目3番7号 IMPビル 青山特許事務所 Osaka (JP).
- (25) 国際出願の言語: 日本語 (81) 指定国 (国内): JP, US.
- (26) 国際公開の言語: 日本語 (84) 指定国 (広域): ヨーロッパ特許 (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, TR).
- (30) 優先権データ:
特願2000-198033 2000 年6 月30 日 (30.06.2000) JP 添付公開書類:
— 国際調査報告書
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): シャープ株式会社 (SHARP KABUSHIKI KAISHA) [JP/JP]; 〒545-8522 大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 Osaka (JP).
2 文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

(54) Title: RADIO COMMUNICATION DEVICE WITH INTEGRATED ANTENNA, TRANSMITTER, AND RECEIVER

(54) 発明の名称: アンテナ一体化無線通信装置および送信機および受信機



(57) Abstract: First to third dielectric layers (201-203) are deposited to form a multilayered dielectric substrate (220). A plurality of conductor patches (204a-204d) are formed on the surface of the first dielectric layer (201). An antenna-feeding microstrip line (205) is formed between the first and second dielectric layers. A ground layer (206) is formed between the second and third dielectric layers (202, 203). Microstrip lines (208a, 208b) for high-frequency circuits are formed on the back of the third dielectric layer (203). The ground layer (206) has a slot (207) through which the antenna-feeding microstrip line (205) and the high-frequency microstrip line (208a) are coupled electromagnetically. Thus, the efficiency and directivity of an antenna are improved.

[続葉有]

WO 02/03499 A1



(57) 要約:

第1～第3誘電体層201～203を積層して誘電体多層基板220を形成し、上記第1誘電体層201表面に複数の導体パッチ204a～204dを、第1、第2誘電体層間にアンテナ給電用マイクロストリップ線路205を、第2、第3誘電体層202、203間にグラウンド層206を、第3誘電体層203裏面に高周波回路用マイクロストリップ線路208a、208bをそれぞれ配置する。上記グラウンド層206に設けられたスロット穴207を介してアンテナ給電用マイクロストリップ線路205と高周波回路用マイクロストリップ線路208aとを電磁的に結合する。これにより、アンテナの効率、指向性を向上する。

明 細 書

アンテナ一体化無線通信装置および送信機および受信機

5 技術分野

この発明は、アンテナ機能を有するマイクロ波通信用のアンテナ一体化無線通信装置および送信機および受信機に関する。

背景技術

10 近年、情報処理装置の処理速度の向上や、画像処理装置の高解像度化等に伴い、マイクロ波のような高周波による高速、大容量のパーソナル通信が注目されている。特にミリ波帯では、アンテナと高周波回路の接続部での電力の損失が大きくなるため、アンテナと高周波回路を一体化したアンテナ一体化無線通信装置の開発が試みられている。

15 上記アンテナ一体化無線通信装置としては、特開平 9-237867 号公報に開示されたものがある。このアンテナ一体化無線通信装置は、図 8 に示すように、第 1 誘電体基板 2 にアンテナ素子 3 とそのアンテナ素子 3 に給電するための高周波線路 4 とが形成されたアンテナ回路基板 A と、第 2 誘電体基板 7 の一部に形成されたキャビティ 8 内に高周波デバイス 9 が収納されて蓋体 10 で封止され、高周波デバイス 9 に信号を伝達するための伝送線路 11 が形成された高周波デバイス回路基板 B とを備えている。上記アンテナ回路基板 A とデバイス回路基板 B とを積層一体化すると共に、アンテナ回路基板 A の高周波線路 4 と高周波デバイス回路基板 B の伝送線路 11 とをスロット 6 を介して電磁結合により接続している。

25 また、他のアンテナ一体化無線通信装置としては、特開平 8-250913 号公報に記載のものがある。このアンテナ一体化無線通信装置は、図 9 に示すように、上下の誘電体層 41a, 41b とその誘電体層 41a, 41b の間に挟まれたグラウンド層 41c とからなるベース 41 を備え、グラウンド層 41c にはスロット部 41d を設けている。また、半導体集積回路を密閉収納するパッケージ 3 の裏面に平面アンテナ 41e を形成すると共に、上面の誘電体層 41a のパッケージ内

面側に給電用マイクロストリップ線路 9 1 を形成している。そして、このマイクロストリップ線路と MMIC (Monolithic Microwave Integrated Circuit: モノリシック・マイクロ波集積回路) 9 2 の出力端子 2 a および入力端子 9 3 との間をボンディングワイヤ 2 b, 9 4 で電氣的に接続している。

- 5 ところで、図 8 に示すアンテナ一体化無線通信装置では、アンテナ素子 3 に給電する高周波線路 4 の上下それぞれにグランド層 5, 1 2 があるため、特にミリ波帯のような超高周波において、上下のグランド間 5, 1 2 で電位が同一でなくなり、電力が平行平板モードによる不要な電磁波に変換されて、上下のグランド 5, 1 2 間を伝播し、基板端面から電力が失われる。この不要なモードを抑圧する
10 方法として、上下のグランド層を多数のスルーホールで接続し、2 枚のグランド層の電位を等しくする方法が考えられるが、周波数が高くなるにしたがって、スルーホールのインダクタンスが無視できなくなるため、この方法には限界がある。このような不要なモードによる電磁波が生じる結果、アンテナ素子 3 の効率が低下するという問題がある。また、上記アンテナ一体化無線通信装置において、
15 材質の異なる基板材料を積層した場合、それぞれの熱膨張係数の違いから、積層ずれやはがれ等の製造上の問題や基板の反りによる半導体チップ実装の信頼性が劣化するという問題がある。

- また、図 9 に示すアンテナ一体化無線通信装置では、平面アンテナ 4 1 e をアレイ化するためには、給電用マイクロストリップ線路 9 1 を分岐して各平面アン
20 テナ 4 1 e に給電し、給電用マイクロストリップ線路 9 1 を MMIC 9 2 と同一パッケージ内部に収納する必要があるが、給電用マイクロストリップ線路 9 1 や MMIC 9 2 から放射される不要な電磁波がお互いに悪影響を及ぼし合い、効率が低下するのみならず誤動作を起こす可能性がある。

- 以上のように、図 8, 図 9 に示す従来のアンテナ一体化無線通信装置では、アン
25 テナの効率、アレイ化による指向性、半導体チップの実装信頼性を同時に満足させることが困難であった。

発明の開示

 そこで、この発明の目的は、アンテナの効率および指向性を向上でき、基板の

反りを抑えて半導体チップ実装の信頼性を向上できると共に、高周波回路の誤動作を防止できるアンテナ一体化無線通信装置およびそれを用いた送信機、受信機を提供することにある。

上記目的を達成するため、この発明のアンテナ一体化無線通信装置は、複数の誘電体層が積層された誘電体多層基板と半導体チップが実装された高周波回路とを備えたアンテナ一体化無線通信装置において、複数の導体パッチと、上記複数の導体パッチに給電するアンテナ給電線路と、1つのグラウンド層と、上記アンテナ給電線路に接続された上記高周波回路とを夫々、上記誘電体多層基板の表面、裏面および層間に別々に配置し、かつ、上記複数の導体パッチおよび上記アンテナ給電線路からなるアンテナ部と上記高周波回路との間に上記1つのグラウンド層を配置していることを特徴としている。

上記構成のアンテナ一体化無線通信装置によれば、上記複数の導体パッチ、アンテナ給電線路、グラウンド層および高周波回路を夫々、誘電体多層基板の表面、裏面および層間に別々に配置し、さらに上記複数の導体パッチおよびアンテナ給電線路からなるアンテナ部と上記高周波回路との間に上記グラウンド層を配置しているので、上記アンテナ部と高周波回路が空間的にグラウンド層で分離されているため、アンテナ回路と高周波回路のお互いの悪影響をなくすることが可能である。また、上記グラウンド層は一層のみであるので、アンテナ給電線路は、ミリ波帯の高い周波数においても所望の準TEMモードの伝送が可能となる。したがって、アンテナの効率および指向性を向上できると共に、高周波回路の誤動作を防止できる。さらに、上記複数の導体パッチとアンテナ給電線路をそれぞれ別の層に形成するため、アンテナの効率とアンテナ給電線路の特性をそれぞれ独立して最適化できる。

また、一実施形態のアンテナ一体化無線通信装置は、上記誘電体多層基板が第1誘電体層、第2誘電体層および第3誘電体層からなる誘電体多層基板であって、上記誘電体多層基板の上記第1誘電体層側の表面に上記複数の導体パッチを配置し、上記第1誘電体層と上記第2誘電体層との間に上記アンテナ給電線路を配置し、上記第2誘電体層と上記第3誘電体層との間に上記グラウンド層を配置し、上記誘電体多層基板の上記第3誘電体層側の裏面に上記高周波回路を配置して、上

記グランド層に設けられたスロット穴を介して、上記アンテナ給電線路と上記高周波回路とが電磁的に結合していることを特徴としている。

上記実施形態のアンテナ一体化無線通信装置によれば、上記誘電体多層基板が、表面に複数の導体パッチ、第1, 第2誘電体層の間にアンテナ給電線路、第2, 第3誘電体層の間にグランド層、裏面に高周波回路を有し、上記グランド層に設けられたスロット穴を介して、上記アンテナ給電線路が上記高周波回路と電磁的に結合していることにより、アンテナの効率および指向性を容易に向上できると共に、高周波回路の誤動作を防止できる最適な構造が得られる。

また、一実施形態のアンテナ一体化無線通信装置は、上記複数の導体パッチをアレイ状に配置し、上記アンテナ給電線路を複数に分岐して、上記複数の導体パッチと上記アンテナ給電線路の分岐された各先端部が夫々重なり合っていることを特徴としている。

上記実施形態のアンテナ一体化無線通信装置によれば、上記複数の導体パッチがアレイ状に配置され、上記アンテナ給電線路の分岐された各先端部がパッチと重なり合っていることにより、効率よくアンテナの指向性を向上させることができる。

また、一実施形態のアンテナ一体化無線通信装置は、上記複数の導体パッチと上記アンテナ給電線路の各先端部が夫々重なり合う領域の上記アンテナ給電線路の長手方向の距離が所定電磁波の実効波長の略 $1/4$ であることを特徴としている。

上記実施形態のアンテナ一体化無線通信装置によれば、上記複数の導体パッチとアンテナ給電線路の各先端部が夫々重なり合う領域の各導体パッチの長手方向の距離が所定電磁波の実効波長の略 $1/4$ である構造により、アンテナ給電線路の先端部の反射による損失を低減でき、アンテナ給電線路から各導体パッチに効率よく電力を給電することが可能である。

また、一実施形態のアンテナ一体化無線通信装置は、上記誘電体多層基板の誘電体層を比誘電率 $4 \sim 10$ のセラミック材料を一体焼成することにより形成していることを特徴としている。

上記実施形態のアンテナ一体化無線通信装置によれば、上記誘電体多層基板の

誘電体層を比誘電率4～10のセラミック材料の一体焼成で形成することにより、上記誘電体多層基板の構造を精度よく実現でき、またセラミック材料を用いるために強い基板強度が得られ、基板の反りが抑えられ、半導体チップの実装の信頼性を向上できる。

- 5 また、この発明のアンテナ一体化無線通信装置は、3つの誘電体層が積層された誘電体多層基板の表面、裏面および層間に、複数の導体パッチとアンテナ給電線路とグラウンド層と高周波回路とを上記誘電体多層基板の表面から裏面に順に有することを特徴としている。

- 10 上記構成のアンテナ一体化無線通信装置によれば、上記複数の導体パッチとアンテナ給電線路からなるアンテナ部と高周波回路が空間的にグラウンド層で分離されているため、上記アンテナ部と高周波回路のお互いの悪影響をなくすることが可能である。また、上記グラウンド層は一層のみであるので、アンテナ給電線路は、ミリ波帯の高い周波数においても所望の準TEMモードの伝送が可能となる。したがって、アンテナの効率および指向性を向上できると共に、高周波回路の誤動作を防止できる。さらに、上記複数の導体パッチとアンテナ給電線路をそれぞれ別の層に形成するため、アンテナの効率とアンテナ給電線路の特性をそれぞれ独立して最適化できる。

15 また、一実施形態のアンテナ一体化無線通信装置は、上記誘電体多層基板の各誘電体層の厚さが100ミクロン～200ミクロンであることを特徴としている。

- 20 上記実施形態のアンテナ一体化無線通信装置によれば、上記誘電体多層基板の各誘電体層の厚さを200ミクロン以下とすることによって、アンテナ給電線路に用いられるマイクロストリップ線路とグラウンド層との間において例えば60GHzでかつ誘電体層の比誘電率が4～10で所望の準TEMモードの伝送を行うことができる。なお、各誘電体層の厚さが200ミクロンを越えると、アンテナ給電線路に用いられるマイクロストリップ線路の伝送損失が増大する一方、各誘電体層の厚さが100ミクロン未満では、導体パッチとグラウンド層との間が狭くなりアンテナ放射効率が低下すると共に、誘電体多層基板の強度が低下する。

25 また、この発明の送信機および受信機は、上記アンテナ一体化無線通信装置を用いたことを特徴とする。

上記構成の送信機および受信機によれば、送信機および受信機を小型化することができると共に、上記誘電体基板の表裏にそれぞれアンテナ部と高周波回路を形成しているため、アンテナ部と高周波回路間の信号の損失を低減することが可能となり、消費電力を増やすことなく通信距離が拡大できる。

5

図面の簡単な説明

図 1 はこの発明の第 1 実施形態のアンテナ一体化無線通信装置の断面図である。

図 2 は上記アンテナ一体化無線通信装置の導体パッチとアンテナ給電用マイクロストリップ線路の位置関係を示す図である。

10

図 3 はこの発明の第 2 実施形態のアンテナ一体化無線通信装置の断面図である。

図 4 は上記アンテナ一体化無線通信装置のアンテナ部の上面図である。

図 5 はこの発明の第 2 実施形態のアンテナ一体化無線通信装置のアンテナの反射損の周波数依存性を示す図である。

図 6 はこの発明の第 3 実施形態のアンテナ一体化無線通信装置の断面図である。

15

図 7 はこの発明の第 4 実施形態のアンテナ一体化無線通信装置の断面図である。

図 8 は従来のアンテナ一体化無線通信装置の断面図である。

図 9 は従来の他のアンテナ一体化無線通信装置の断面図である。

図 10 はこの発明の第 5 実施形態のアンテナ一体化無線通信装置の断面図である。

20

図 11 は上記アンテナ一体化無線通信装置の導体パッチ、アンテナ給電用マイクロストリップ線路およびスロット穴の位置関係を示す図である。

図 12 は上記アンテナ一体化無線通信装置のアンテナ部のアンテナ利得の周波数特性を示す図である。

図 13 は上記アンテナ部の入力反射損の周波数特性を示す図である。

25

図 14 は上記アンテナ部の 60 GHz における放射パターンを示す図である。

図 15 はこの発明の第 6 実施形態のアンテナ一体化無線通信装置を用いた送信機および受信機の構成を示すブロック図である。

発明を実施するための最良の形態

以下、この発明のアンテナ一体化無線通信装置および送信機および受信機を図示の実施の形態により詳細に説明する。

(第1実施形態)

図1はこの発明の第1実施形態のアンテナ一体化無線通信装置の構造を示す断面図であり、このアンテナ一体化無線通信装置は、図1に示すように、積層された第1誘電体層201、第2誘電体層202および第3誘電体層203を有する誘電体多層基板220を備えている。上記第1誘電体層201の表面に複数の導体パッチ204a~204d(図1では4つのみを示す)をアレイ状に形成し、第1誘電体層201と第2導電体層202との間にアンテナ給電用マイクロストリップ線路205を形成している。また、上記第2誘電体層202、第3導電体層203との間にグラウンド層206を形成し、そのグラウンド層206にスロット穴207を形成している。また、上記第3誘電体層203表面に高周波回路用マイクロストリップ線路208a、208bを形成し、その高周波回路用マイクロストリップ線路208a、208b上に半導体チップであるMMIC209a、209bを実装している。そして、上記高周波回路用マイクロストリップ線路208a、208bとMMIC209a、209bとを導体リッド210により覆っている。

また、上記グラウンド層206と導体リッド210とをスルーホール211b、211c、接続部230を介して接続している。また、上記MMIC209bに低周波信号線路213の一端を接続し、その低周波信号線路213の他端に、第1誘電体層201表面に形成されたポート214をスルーホール211aを介して接続している。上記グラウンド層206に、スルーホール211aが貫通するクリアランス穴212を設けている。

上記アンテナ給電用マイクロストリップ線路205は、グラウンド層206に開けられたスロット穴207を介して高周波回路用マイクロストリップ線路208aと電磁的に結合している。また、アンテナ給電用マイクロストリップ線路205と導体パッチ204a~204dは、第1誘電体層201を介して電磁的に結合している。

上記複数の導体パッチ204a~204dをアレイ状に配置することにより、容易に高い指向性のアンテナ機能が得られる。

例えば、図2は、上記アンテナ一体無線通信装置において、16素子の導体パッチ204をアレイ状に配置した場合の導体パッチ204とアンテナ給電用マイクロストリップ線路205の位置関係を示す概略図である。上記アンテナ給電用マイクロストリップ線路205の分岐方法は、従来の方法と同様であり、ここ

5 は詳述しない。

次に、上記構成のアンテナ一体無線通信装置を用いた送信機の機能を説明する。

図1において、上記ポート214に入力された低周波信号は、MMIC209a, 209bによって、周波数変換、増幅等の処理が行われる。そして、上記MMIC209aから出力された高周波信号は、高周波回路用マイクロストリップ線路208aを通り、スロット穴207を介してアンテナ給電用マイクロストリップ線路205に伝送され、アンテナ給電用マイクロストリップ線路205の先端部に伝送される。上記アンテナ給電用マイクロストリップ線路205の先端部は、第1誘電体層201を介して導体パッチ204に電磁的に結合するため、高周波信号は導体パッチ204へと夫々伝送される。そして、上記導体パッチ204a

10

15

～204dの表面では高周波信号が共振し、大きな電流が流れて、電磁波が空間に放射される。

以上、導体パッチ204a～204dから放射する送信機の機能を示したが、アンテナ部は、空間からの入力波を受信する場合も可逆作用により同じ指向性および効率を有するため、MMICの構成を変えることにより、受信機を構成することも可能である。なお、高周波回路用マイクロストリップ線路208a, 208bには、図示しない整合回路、フィルタ等の受動回路を含んでいる。

20

一般に、マイクロストリップ線路は、周波数が高くなるにしたがって、準TEMモードで伝播する電磁波の一部が不要なTMモードに変換され、これが誘電体多層基板の縁から輻射されて損失を増す。そこで、準TEMモードの伝送を行うためには、線路とグランド間との間隔を接近させる必要がある。例えば60GHzの高周波信号の場合、誘電体層の比誘電率4～10で、マイクロストリップ線路とグランド層との間隔は200ミクロン以下であれば、所望の準TEMモードの伝送と見なすことができる。一方、複数の導体パッチがアレイ状に配列されたパッチアンテナは、導体パッチとグランド層との間隔が狭いと放射効率が著しく

25

劣化する。これは誘電体の誘電率が高いほど顕著となる。比誘電率4～10程度の誘電体層を用いた場合、十分な放射効率を得るためには、導体パッチとグランド層との間隔を、空気中の波長に対して0.05倍～0.1倍程度にする必要がある。

- 5 また、60GHz帯用の無線通信装置を想定した場合、この第1実施形態では、各誘電体層201、202および203の厚さを150ミクロン～200ミクロンとする。この場合、アンテナ給電用マイクロストリップ線路205とグランド層206との間隔は150ミクロン～200ミクロンであるので、60GHzでは、アンテナ給電用マイクロストリップ線路205は、準TEMモードの伝送と見なすことができる。また、導体パッチ204とグランド層206との間隔は300～400ミクロンとなり、これは空気中の波長に対して、0.06倍～0.08倍であり、十分な放射効率を得られる。また、アンテナ給電用マイクロストリップ線路205と高周波回路用マイクロストリップ線路208a、208bとの間隔は、300～400ミクロンとなり、スロット穴107を介して十分な結合度
- 10 が得られる。さらに、誘電体多層基板220のトータルの厚さは450～600ミクロンであり十分な厚さがあるため、高強度の誘電体多層基板が得られ、誘電体多層基板の反りも小さく、MMICチップ209a、209bの基板実装の信頼性が向上する。

- 15 以上のように、導体パッチ、アンテナ給電線路、グランド層、高周波回路をそれぞれ、誘電体多層基板220の表面、裏面および層間に別々に形成することにより、アンテナの効率とアンテナ給電線路の特性をそれぞれ独立して最適化できると共に、アンテナと高周波回路がグランドで空間的に分離されているので、アンテナと高周波回路のお互いの悪影響をなくすることができる。

- 20 したがって、アンテナの効率および指向性を向上でき、基板の反りを抑えて半導体チップ実装の信頼性を向上できる。

(第2実施形態)

図3はこの発明の第2実施形態のアンテナ一体化無線通信装置の構造を示す断面図であり、図4はアンテナ部の要部の上面図である。

このアンテナ一体化無線通信装置は、図3に示すように、積層された第1誘電

体層 301, 第2誘電体層 302 および第3誘電体層 303 を有する誘電体多層基板 320 を備えている。上記第1誘電体層 301 表面に複数の導体パッチ 304a~304d (図3では4つのみを示す) をアレイ状に形成し、第1誘電体層 301, 第2誘電体層 302 との間にアンテナ給電用マイクロストリップ線路 305 を形成している。また、上記第2誘電体層 302, 第3誘電体層 303 との間にグランド層 306 を形成し、そのグランド層 306 にスロット穴 307 を形成している。また、上記第3誘電体層 303 表面に高周波回路用マイクロストリップ線路 308a, 308b を形成し、上記高周波回路用マイクロストリップ線路 308a, 308b 上に半導体チップであるMMIC 309a, 309b を実装している。そして、上記高周波回路用マイクロストリップ線路 308a, 308b とMMIC 309a, 309b を導体リッド 310 により覆っている。

また、上記グランド層 306 と導体リッド 310 とをスルーホール 311b, 311c, 接続部 330 を介して接続している。また、上記MMIC 309b に低周波信号線路 313 の一端を接続し、その低周波信号線路 313 の他端に、第1誘電体層 301 表面に形成されたポート 314 をスルーホール 311a を介して接続している。上記グランド層 306 に、スルーホール 311a が貫通するクリアランス穴 312 を設けている。

上記アンテナ給電用マイクロストリップ線路 305 は、スロット穴 307 を介して高周波回路用マイクロストリップ線路 308a と電磁的に結合している。また、アンテナ給電用マイクロストリップ線路 305 と導体パッチ 304 は、第1誘電体層 301 を介して電磁的に結合している。

上記第2実施形態のアンテナ一体化無線通信装置は、第1実施形態と同様の効果を有している。

さらに、図4に示すように、上記導体パッチ 304 の一辺 a を実効波長の約 $1/2$ とし、アンテナ給電用マイクロストリップ線路 305 と導体パッチ 304 が重なる領域のマイクロストリップ線路 305 の長手方向の距離 b を実効波長の約 $1/4$ としている。

図5は上記アンテナ一体化無線通信装置のアンテナ部の反射損を示しており、図5において、横軸は周波数を表し、縦軸は反射損を表している。ここで、誘電

体層は、厚さがそれぞれ150ミクロン、比誘電率がそれぞれ9のアルミナ基板である。図5に示すように、周波数59～63GHzにおいて、反射損が10dB以下であり、広い周波数帯域にわたってアンテナ給電用マイクロストリップ線路205と導体パッチ304a～304dとの結合および導体パッチ304a～304dと空間との結合が良好であることを意味する。

(第3実施形態)

図6はこの発明の第3実施形態のアンテナ一体化無線通信装置の構造を示す断面図であり、このアンテナ一体化無線通信装置は、図6に示すように、積層された第1誘電体層401、第2誘電体層402および第3誘電体層403を有する誘電体多層基板420を備えている。上記第1誘電体層401表面に複数の導体パッチ404a～404d(図6では4つのみを示す)をアレイ状に形成し、上記第1誘電体層401、第2誘電体層402との間にアンテナ給電用マイクロストリップ線路405を形成している。また、上記第2誘電体層402、第3誘電体層403との間にグラウンド層406を形成し、そのグラウンド層406にスロット穴107を形成している。また、上記第3誘電体層403表面に高周波回路用マイクロストリップ線路408a、408bを形成し、上記高周波回路用マイクロストリップ線路408a、408b上に半導体チップであるMMIC409a、409bを実装している。そして、上記高周波回路用マイクロストリップ線路408a、408bとMMIC409a、409bを導体リッド410により覆っている。

また、上記グラウンド層406と導体リッド410とをスルーホール411c、411d、接続部430を介して接続している。上記MMIC409bに低周波信号線路413の一端を接続し、その低周波信号線路413の他端に、第1誘電体層401表面に形成された線路415の一端をスルーホール411bを介して接続している。そして、上記線路415の他端に、第3誘電体層403表面に形成されたポート414をスルーホール411aを介して接続している。上記グラウンド層406に、スルーホール411aが貫通するクリアランス穴412を設けている。

上記アンテナ給電用マイクロストリップ線路405は、グラウンド層406に開けられたスロット穴407を介して高周波回路用マイクロストリップ線路408

a と電磁的に結合している。また、アンテナ給電用マイクロストリップ線路 405 と導体パッチ 404 は、第 1 誘電体層 401 を介して電磁的に結合している。

上記第 3 実施形態のアンテナ一体化無線通信装置は、第 1 実施形態と同様の効果を有している。

5 また、この第 3 実施形態が上記第 1 実施形態と異なる点は、低周波信号のポート 414 が誘電体多層基板 420 の裏面にあり、スルーホール 411a、線路 415、スルーホール 411b を介して、導体リッド 410 の内側の低周波信号線路 413 に接続されている点である。この構造により外部の装置が誘電体多層基板 420 の裏面側で接続できるため、アンテナの放射パターンが乱されない。図
10 6 では、低周波信号のポート 414 を誘電体多層基板 420 の裏面に配置しているが、MMIC の直流バイアス線路の場合も全く同様にして、誘電体多層基板の裏面に直流バイアス線路のポートを配置することが可能である。

(第 4 実施形態)

15 図 7 はこの発明の第 4 実施形態のアンテナ一体化無線通信装置の構造を示す断面図であり、このアンテナ一体化無線通信装置は、図 7 に示すように、積層された第 1 誘電体層 501、第 2 誘電体層 502 および第 3 誘電体層 503 を有する誘電体多層基板 520 を備えている。上記第 1 誘電体層 501 表面に複数の導体パッチ 504a~504d (図 7 では 4 つのみを示す) をアレイ状に形成している。また、上記第 1 誘電体層 501、第 2 誘電体層 502 との間にアンテナ給電用マイクロストリップ線路 505 を形成している。また、上記第 2 誘電体層 502、
20 第 3 誘電体層 503 との間にグランド層 506 を形成し、そのグランド層 506 にスロット穴 507 を形成している。また、上記第 3 誘電体層 503 表面に高周波回路用マイクロストリップ線路 508a、508b を形成し、上記高周波回路用マイクロストリップ線路 508a、508b 上に半導体チップである MMIC 50
25 9a、509b を実装している。そして、上記高周波回路用マイクロストリップ線路 508a、508b と MMIC 509a、509b を導体リッド 510 により覆っている。

 また、上記グランド層 506 と導体リッド 510 とをスルーホール 511c、511d、接続部 530 を介して接続している。また、上記 MMIC 509b に低周

波信号線路 5 1 3 の一端を接続し、その低周波信号線路 5 1 3 の他端に、第 1 誘電体層 4 0 1、第 2 誘電体層 4 0 2 との間に形成された線路 5 1 5 の一端をスルーホール 5 1 1 b を介して接続している。そして、上記線路 5 1 5 の他端に、第 3 誘電体層 5 0 3 表面に形成されたポート 5 1 4 をスルーホール 5 1 1 a を介して接続している。上記グランド層 5 0 6 に、スルーホール 5 1 1 a が貫通するクリアランス穴 5 1 2 を設けている。

上記アンテナ給電用マイクロストリップ線路 5 0 5 は、スロット穴 5 0 7 を介して高周波回路用マイクロストリップ線路 4 0 5 a と電磁的に結合している。また、アンテナ給電用マイクロストリップ線路 5 0 5 と導体パッチ 5 0 4 は、第 1 誘電体層 5 0 1 を介して電磁的に結合している。

上記第 4 実施形態のアンテナ一体化無線通信装置は、第 3 実施形態と同様の効果を有している。

この第 4 実施形態が上記第 3 実施形態と異なる点は、低周波信号のポート 5 1 4 が誘電体多層基板 5 2 0 の内層 (第 1、第 2 誘電体層 5 0 1、5 0 2 間) の線路 5 1 5 を介して導体リッド 5 1 0 の内側の低周波信号線路 5 1 3 に接続されている点である。この構造により、低周波信号用の信号線路 5 1 5 が導体パッチ 5 0 4 a ~ 5 0 4 d よりも誘電体多層基板 5 2 0 の内側に配置されるため、信号線路により放射パターンは乱されない。図 7 では、低周波信号のポートを誘電体多層基板 5 2 0 の裏面側に配置しているが、MMIC の直流バイアス線路の場合も全く同様にして、誘電体多層基板の裏面側に直流バイアス線路のポートを配置することが可能である。

上記第 1 ~ 第 4 実施形態において、誘電体多層基板 2 2 0、3 2 0、4 2 0、5 2 0 の誘電体層を比誘電率 4 ~ 1 0 のセラミック材料を一体焼成することにより、誘電体多層基板の構造を精度よく実現できると共にセラミック材料を用いるために強い基板強度が得られ、基板の反りが抑えられ、半導体チップの実装の信頼性を向上できる。

(第 5 実施形態)

図 1 0 はこの発明の第 5 実施形態のアンテナ一体化無線通信装置の構造を示す断面図であり、6 4 素子の導体パッチを用いたアンテナ部を有するアンテナ一体

化無線通信装置について以下に説明する。

上記アンテナ一体化無線通信装置は、図10に示すように、積層された第1誘電体層601、第2誘電体層602および第3誘電体層603を有する誘電体多層基板620を備えている。ここでは、第1～第3誘電体層601、602および603の誘電体として、誘電率5.7、誘電正接0.0019、層厚150ミクロンのガラスセラミックを用いている。上記第1誘電体層601表面に導体パッチ604等をアレイ状に形成している。上記導体パッチ604の1素子の寸法は1.18mm×0.84mmである。また、上記第1誘電体層601と第2誘電体層602の間にアンテナ給電用マイクロストリップ線路605を形成している。上記導体パッチ604とアンテナ給電用マイクロストリップ線路605でアンテナ部を構成している。また、上記第2誘電体層602と第3誘電体層603との間にグランド層606を形成し、そのグランド層606にスロット穴607を形成している。また、上記第3誘電体層603の表面に高周波マイクロストリップ線路608を形成し、高周波マイクロストリップ線路608上に、ミリ波パッケージ609と、パッケージトランジスタ610、611およびチップキャパシタ612等の表面実装型部品をはんだ付けにより搭載している。上記ミリ波パッケージ609の内部に、ミリ波増幅器MMIC、ミリ波フィルタおよびミリ波ミキサMMIC等をワイヤボンド等により実装している。

図11は、上記導体パッチ604、アンテナ給電用マイクロストリップ線路605およびスロット穴607の位置関係を示しており、各導体パッチ604の間隔は3.2mm、すなわち $0.64\lambda_0$ に相当する。ここで λ_0 は、60GHzにおける自由空間波長で略5mmである。

また、図12～図14は上記64素子の導体パッチを用いたアンテナ部の特性を示している。すなわち、図12は上記アンテナ部のアンテナ利得の周波数特性を示しており、横軸は周波数を表し、縦軸はアンテナ利得を表している。また、図13は上記アンテナ部の入力反射損S11の周波数特性を示しており、横軸は周波数を表し、縦軸は入力反射損S11を表している。また、図14は、上記アンテナの60GHzにおける放射パターンを示している。これら図12～図14に示す特性より、59GHzから63GHz程度の広帯域にわたり、アンテナ利

得は20dB程度で、入力反射損特性は10dB以上であり、上記アンテナ部が良好に動作していることがわかる。

以上のように、周波数が30GHz未満の回路は安価なパッケージトランジスタ等を用いて形成する一方、接続部の損失が問題となる60GHz等のミリ波を含む回路は、MMICを用いてミリ波パッケージ内に搭載し、誘電体多層基板の表面に実装している。このような構成を用いることにより、アンテナ一体化無線通信装置の低コスト化が可能となる。また、誘電体多層基板として、ガラスセラミック等のセラミック材料を用いているため、熱による変形が少なく、表面実装部品の高い実装信頼性が得られる。

また、上記第6実施形態では、第1～第3誘電体層601、602および603の厚さを150ミクロンとしたが、各層の厚さは100ミクロン～200ミクロンにすることによって、アンテナ給電用マイクロストリップ線路の良好な伝送特性が得られる。

(第6実施形態)

図15はこの発明の第6実施形態のアンテナ一体化無線通信装置を用いた送信機および受信機の構成を示すブロック図である。図15において、送信機は、変調信号源701、偶高調波ミキサ702、帯域通過フィルタ703、パワーアンプ704、アンテナ705、16通倍器706、基準信号源707で構成されている。ここで、変調信号源701は、映像やデータを出力するものであり、例えば、放送衛星や通信衛星の中間周波数信号を出力する。一方、受信機は、チューナ711、偶高調波ミキサ712、帯域通過フィルタ713、ローノイズアンプ714、アンテナ715、16通倍器716、基準信号源717で構成されている。

上記送信機の偶高調波ミキサ702、帯域通過フィルタ703およびパワーアンプ704をミリ波パッケージ708内に収納すると共に、受信機の偶高調波ミキサ712、帯域通過フィルタ713およびローノイズアンプ714をミリ波パッケージ718内に収納している。上記ミリ波パッケージ708、718は図10に示すミリ波パッケージ609に対応し、アンテナ705および715は、図11に示す64素子のアンテナに対応している。また、16通倍器706、71

6は、図10に示すようにパッケージトランジスタ、チップキャパシタ、チップ抵抗、マイクロストリップ線路等で第3誘電体層の表面に形成している。

上記構成の送信機において、変調信号源701で生成される中間周波信号は、1GHzから3GHzの間を占めており、偶高調波ミキサ702の中間周波信号用端子に入力される。また、上記基準信号源707で発生する周波数1.84375GHzの正弦波信号は、16逓倍器706によって周波数が16倍された29.5GHzの正弦波の局発信号となり、偶高調波ミキサ702の局発信号用端子に入力される。そして、上記中間周波信号と局発信号は偶高調波ミキサ702内で混合される。上記偶高調波ミキサ702から発生する信号のうち、周波数60GHzから62GHzの間の高周波信号のみが帯域通過フィルタ703を通過し、パワーアンプ704に入力されて増幅され、アンテナ705から高周波電波720として放射される。

そして、上記送信機のアンテナ705から放射された高周波電波720は、受信機のアンテナ715で受信されて高周波信号となり、ローノイズアンプ714で増幅される。さらに、上記ローノイズアンプ714で増幅された高周波信号は、帯域通過フィルタ713を通過して、偶高調波ミキサ712の高周波信号用端子に入力される。上記送信機と同様にして、基準信号源と16逓倍器により生成された周波数29.5GHzの正弦波の信号は、偶高調波ミキサ712の局発信号用端子に入力される。そして、入力された高周波信号は、偶高調波ミキサ712の内部で局発信号と混合され、再び周波数1GHzから3GHzの間の中間周波信号に変換される。上記偶高調波ミキサ712で変換された中間周波信号は、チューナ711に入力されて、チューナ711により所望の情報に変換される。

なお、上記アンテナ705とアンテナ715は、同じ構成のものを用いてもよいし、16逓倍器706と16逓倍器716も同じ構成のものを用いてもよい。すなわち、アンテナ一体化無線通信装置のミリ波パッケージ以外の部分は、送信機および受信機で共用することも可能である。

以上のように、この発明のアンテナ一体化無線通信装置を用いて、送信機および受信機を構成することにより、送信機および受信機を小型化することができる。また、上記誘電体基板の表裏にそれぞれアンテナ部と高周波回路を形成している

ため、アンテナ部と高周波回路間の信号の伝送損失を低減することが可能となり、消費電力を増やすことなく通信距離を拡大することができる。

請 求 の 範 囲

1. 複数の誘電体層が積層された誘電体多層基板(220)と半導体チップ(209a, 209b)が実装された高周波回路とを備えたアンテナ一体化無線通信装置において、

複数の導体パッチ(204a~204d)と、上記複数の導体パッチ(204a~204d)に給電するアンテナ給電線路(205)と、1つのグランド層(206)と、上記アンテナ給電線路(205)に接続された上記高周波回路とを夫々、上記誘電体多層基板(202)の表面、裏面および層間に別々に配置し、かつ、上記複数の導体パッチ(204a~204d)および上記アンテナ給電線路(205)からなるアンテナ部と、上記高周波回路との間に上記1つのグランド層(206)を配置していることを特徴とするアンテナ一体化無線通信装置。

2. 請求項1に記載のアンテナ一体化無線通信装置において、

上記誘電体多層基板(220)が第1誘電体層(201)、第2誘電体層(202)および第3誘電体層(203)からなる誘電体多層基板であって、

上記誘電体多層基板(220)の上記第1誘電体層(201)側の表面に上記複数の導体パッチ(204a~204d)を配置し、

上記第1誘電体層(201)と上記第2誘電体層(202)との間に上記アンテナ給電線路(205)を配置し、

上記第2誘電体層(202)と上記第3誘電体層(203)との間に上記グランド層(206)を配置し、

上記誘電体多層基板(220)の上記第3誘電体層(203)側の裏面に上記高周波回路を配置して、

上記グランド層(206)に設けられたスロット穴(207)を介して、上記アンテナ給電線路(205)と上記高周波回路とが電磁的に結合していることを特徴とするアンテナ一体化無線通信装置。

3. 請求項1に記載のアンテナ一体化無線通信装置において、

上記複数の導体パッチ(304)をアレイ状に配置し、

上記アンテナ給電線路(305)を複数の分岐して、上記複数の導電パッチ(304)と上記アンテナ給電線路(305)の分岐された各先端部が夫々重なり合っていることを特徴とするアンテナ一体化無線通信装置。

5

4. 請求項3に記載のアンテナ一体化無線通信装置において、

上記複数の導体パッチ(304)と上記アンテナ給電線路(305)の各先端部が夫々重なり合う領域の上記アンテナ給電線路(305)の長手方向の距離が所定電磁波の実効波長の略1/4であることを特徴とするアンテナ一体化無線通信装置。

10

5. 請求項1に記載のアンテナ一体化無線通信装置において、

上記誘電体多層基板(220)の誘電体層を比誘電率4~10のセラミック材料を一体焼成することにより形成していることを特徴とするアンテナ一体化無線通信装置。

15

6. 3つの誘電体層が積層された誘電体多層基板(620)の表面、裏面および層間に、複数の導体パッチ(604)とアンテナ給電線路(605)とグランド層(606)と高周波回路とを上記誘電体多層基板(620)の表面から裏面に順に有することを特徴とするアンテナ一体化無線通信装置。

20

7. 請求項6に記載のアンテナ一体化無線通信装置において、

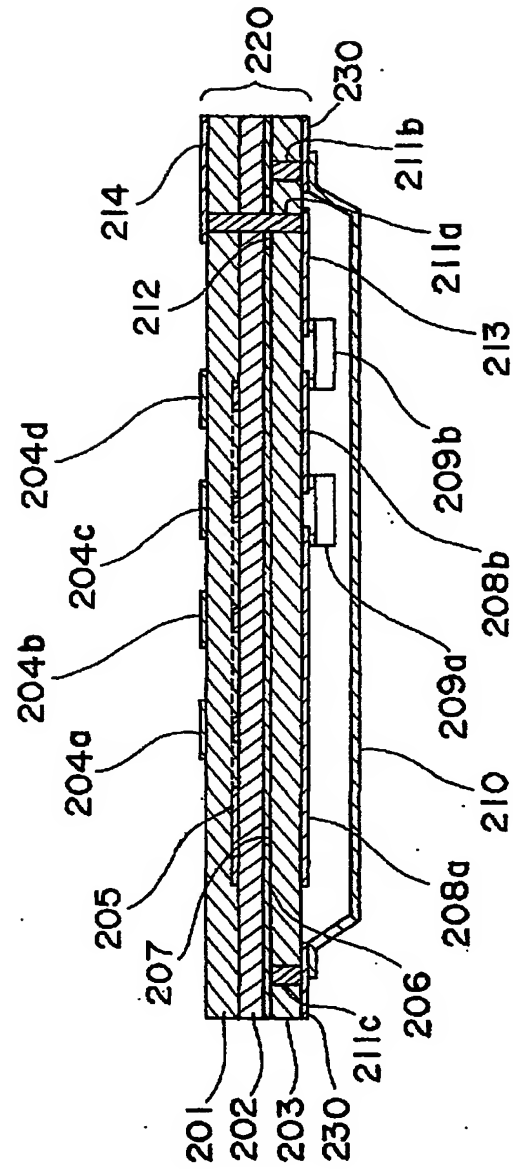
上記誘電体多層基板(620)の各誘電体層の厚さが100ミクロン~200ミクロンであることを特徴とするアンテナ一体化無線通信装置。

25

8. 請求項6に記載のアンテナ一体化無線通信装置を用いたことを特徴とする送信機。

9. 請求項6に記載のアンテナ一体化無線通信装置を用いたことを特徴とする受信機。

Fig.1



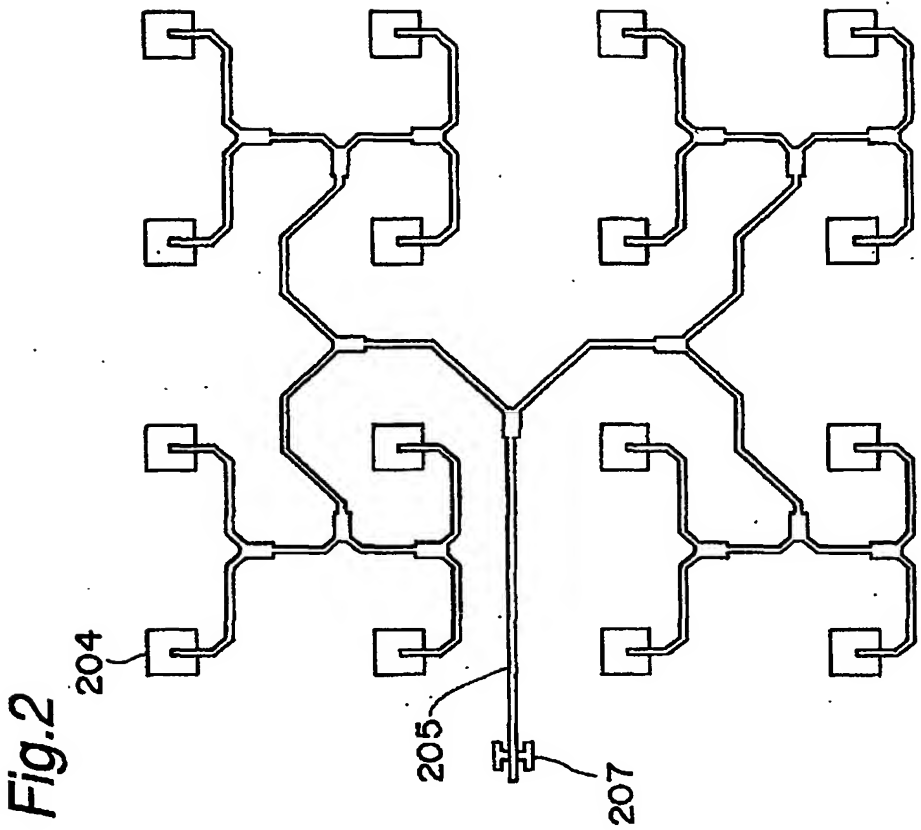
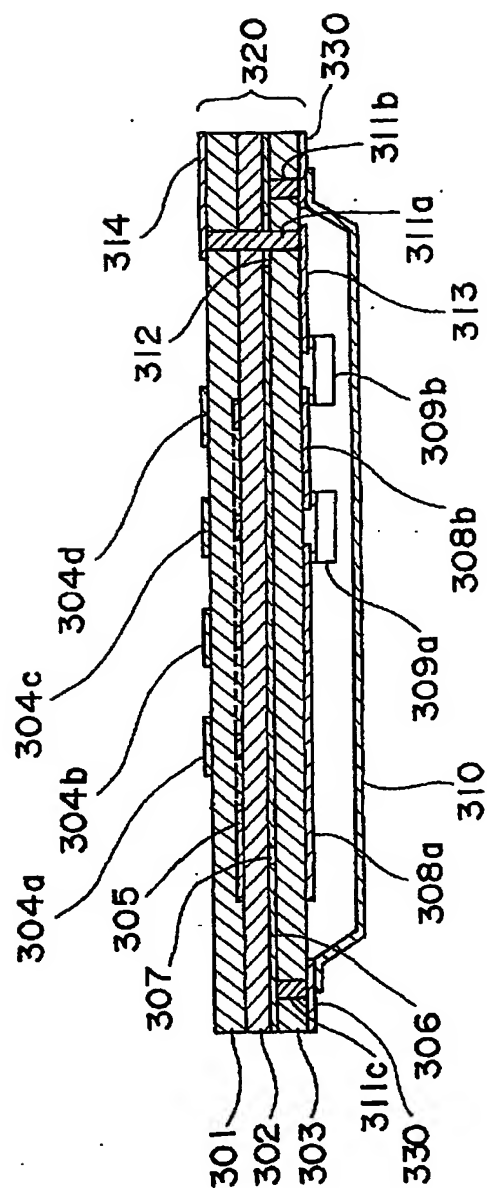
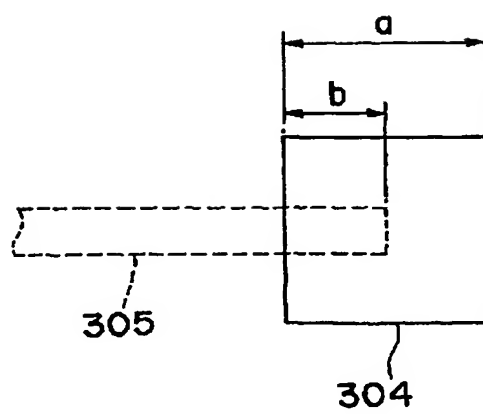


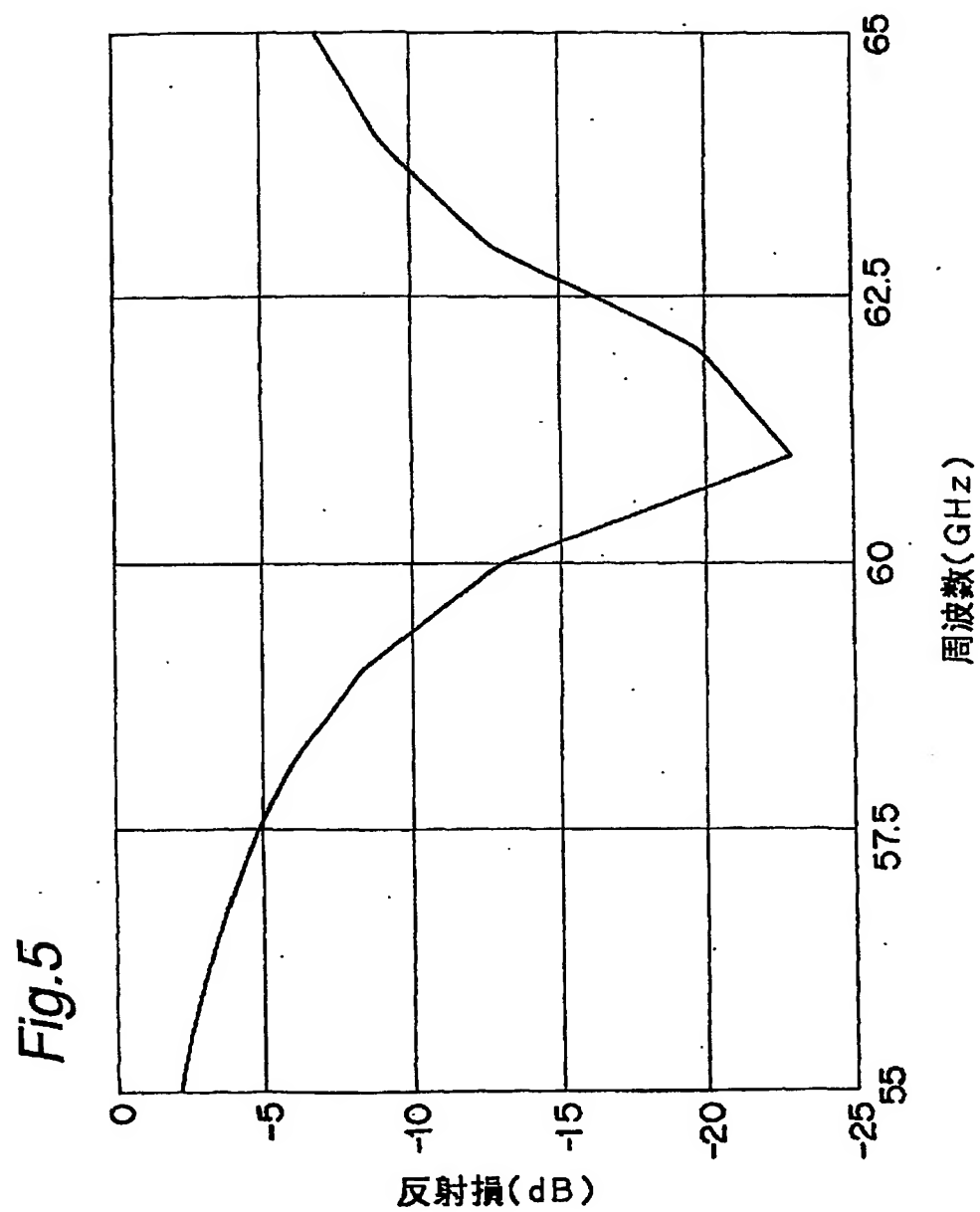
Fig. 3



4/13

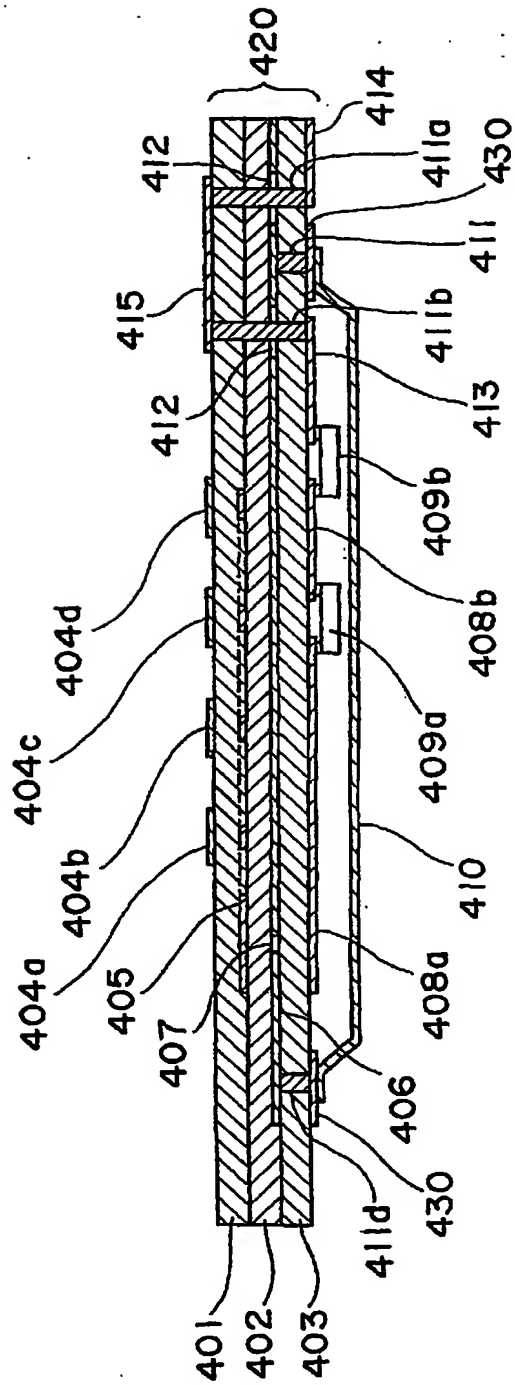
Fig.4

5/13



6/13

Fig.6



7/13

Fig.7

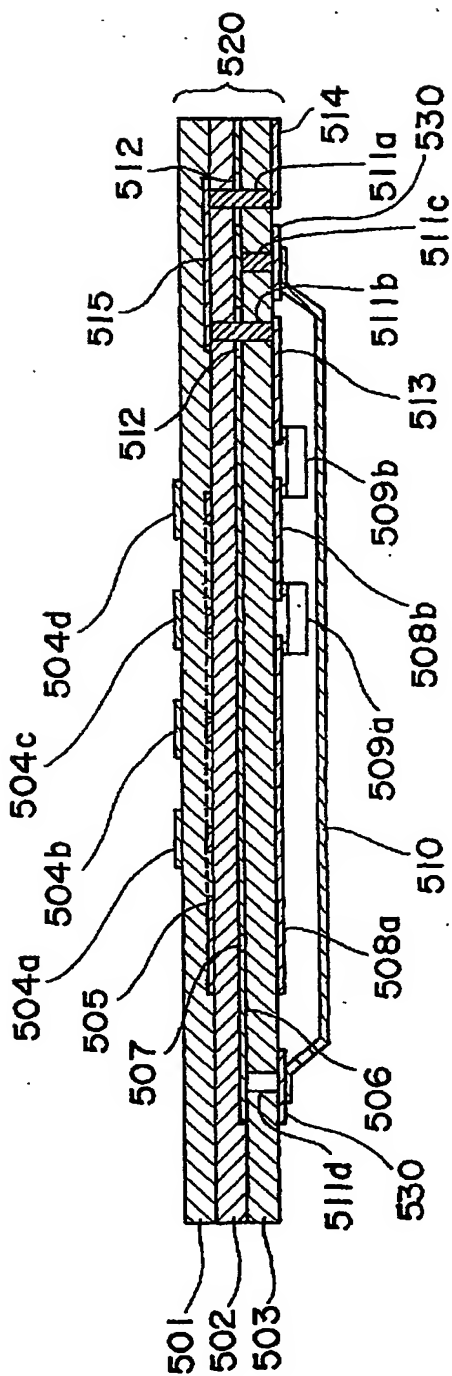


Fig.8

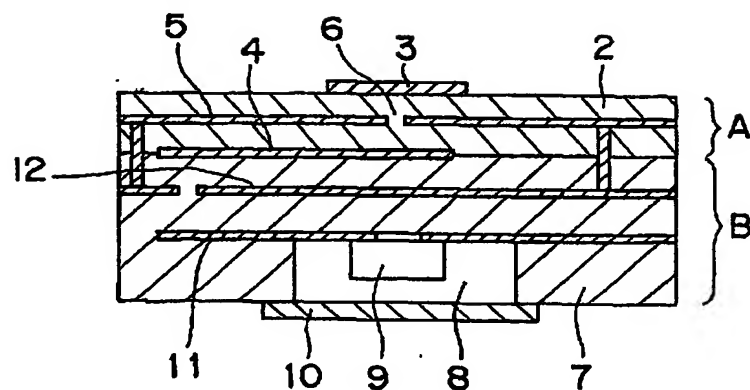
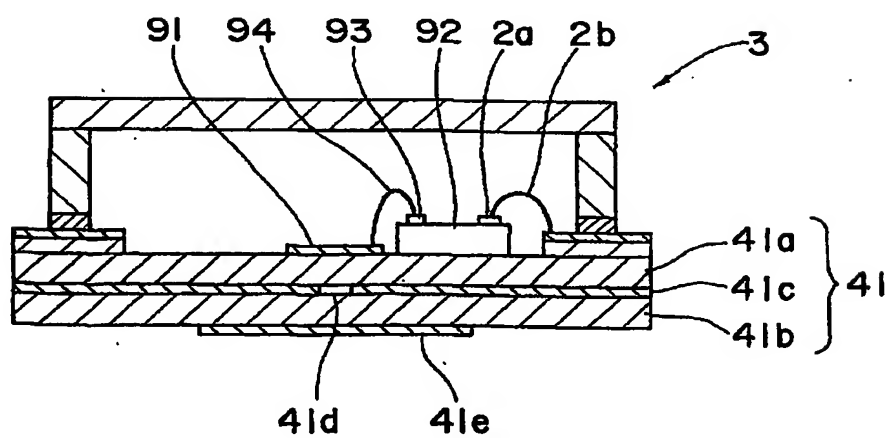
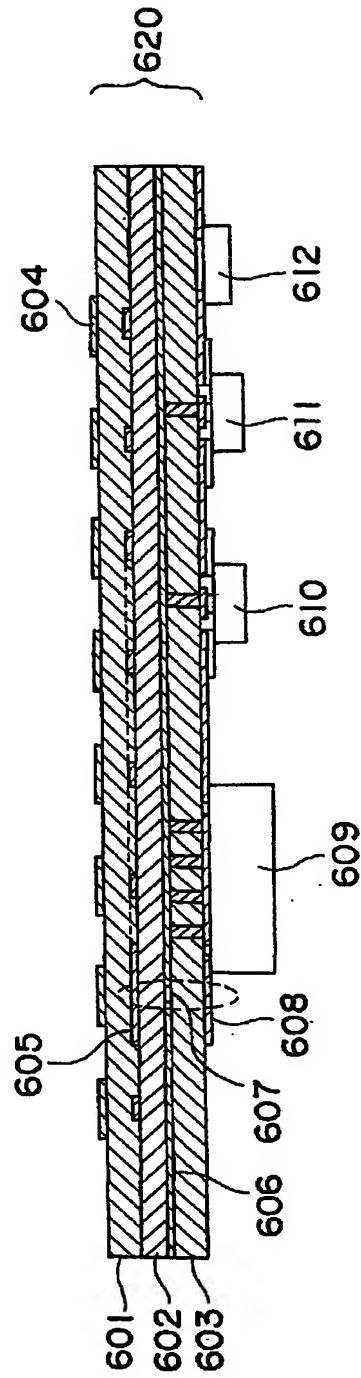


Fig.9

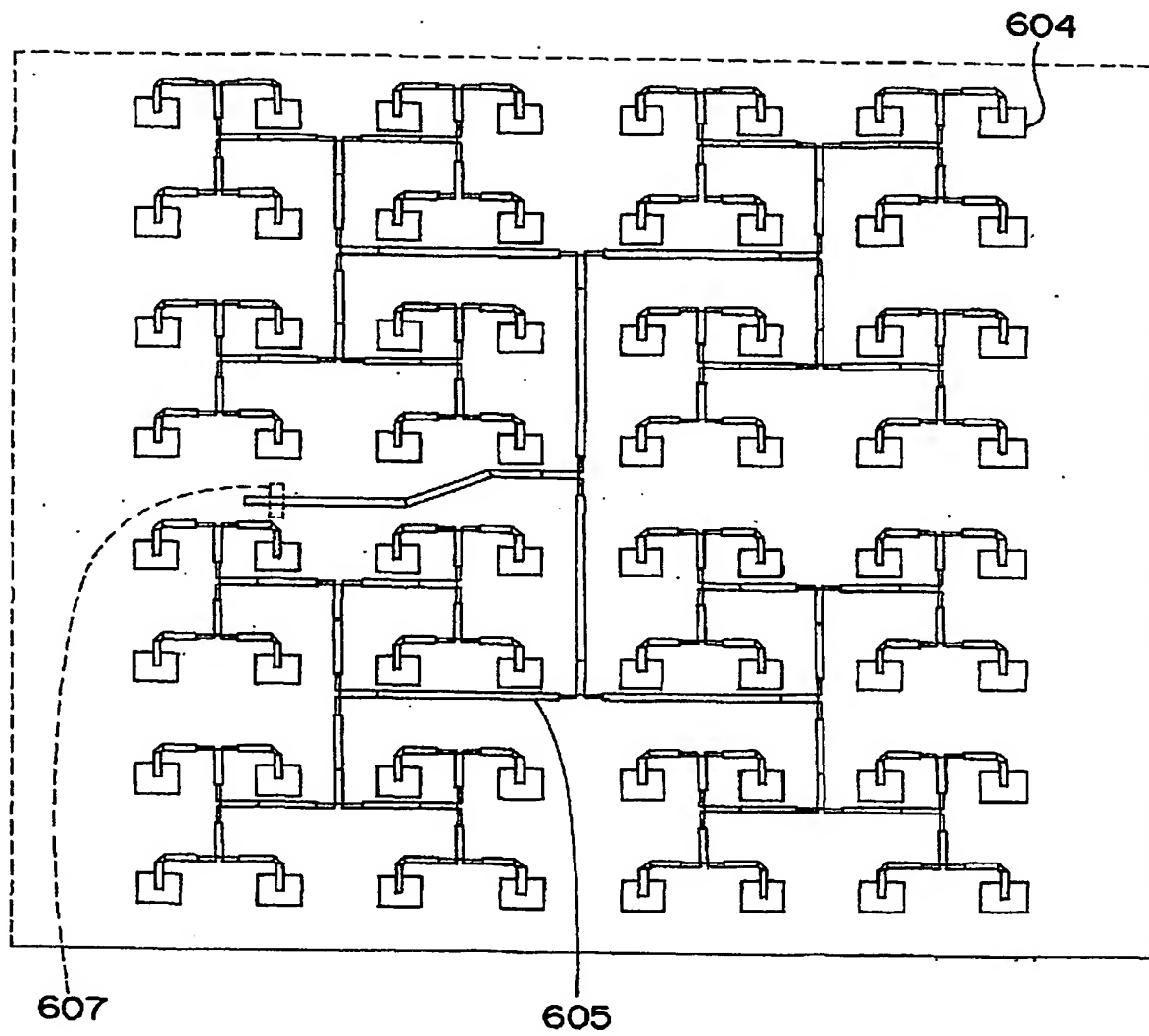


9/13

Fig. 10



10/13

Fig. 11

11/13

Fig. 12

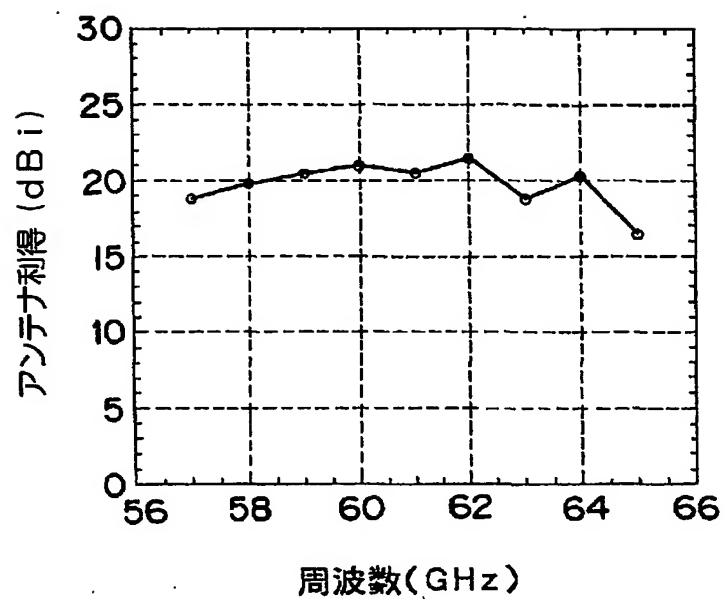
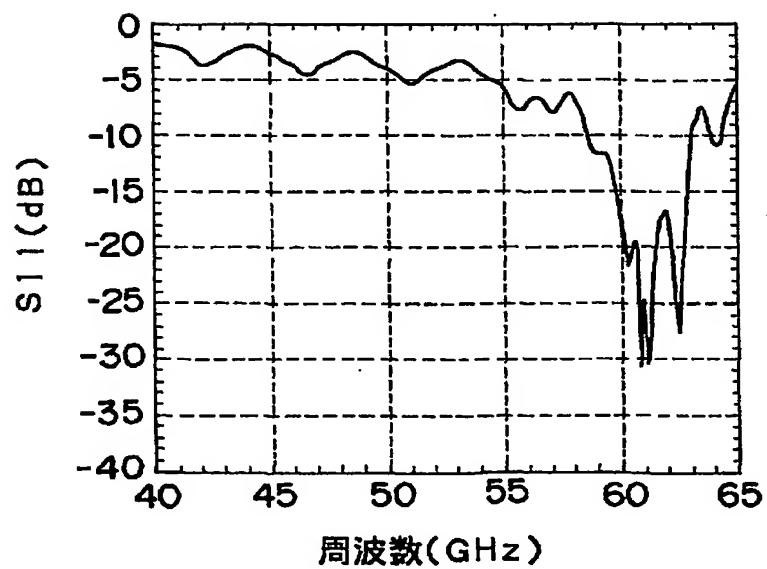


Fig. 13



12/13

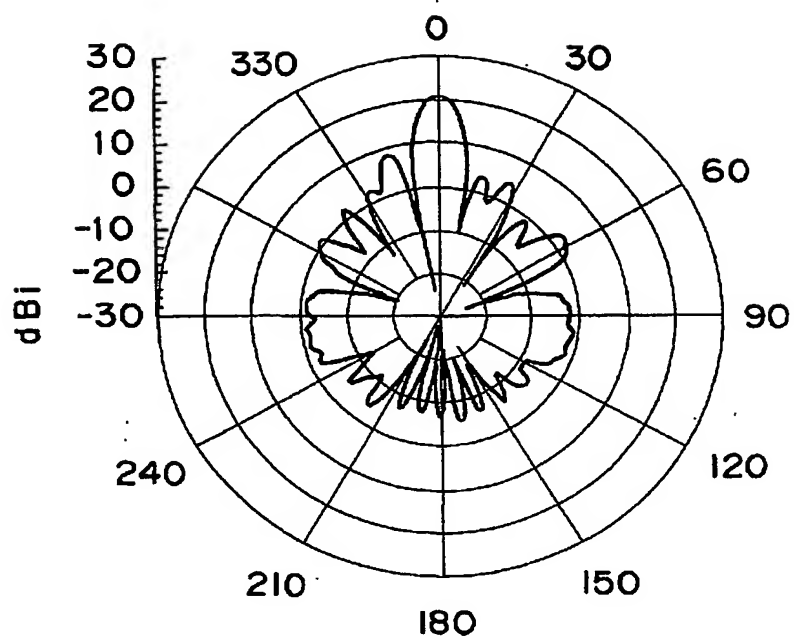
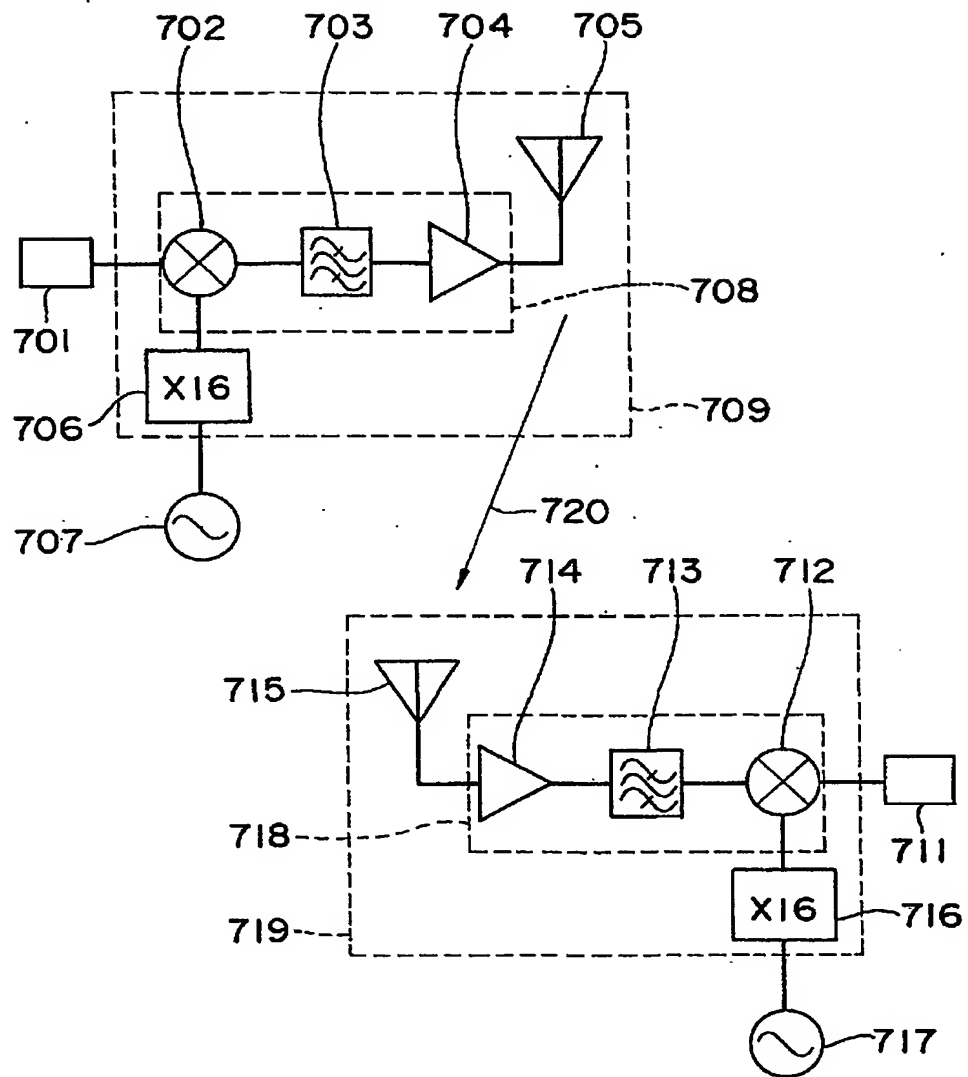
Fig. 14

Fig. 15

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP01/05102

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl⁷ H01Q13/08, H01Q21/06, H01L25/04, H05K3/46

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl⁷ H01Q13/08, H01Q21/06-21/24, H01L25/04, H05K3/46

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

| | | | |
|---------------------------|-----------|----------------------------|-----------|
| Jitsuyo Shinan Koho | 1922-1996 | Toroku Jitsuyo Shinan Koho | 1994-2001 |
| Kokai Jitsuyo Shinan Koho | 1971-2001 | Jitsuyo Shinan Toroku Koho | 1996-2001 |

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages | Relevant to claim No. |
|-----------|---|-----------------------|
| X | JP 6-152237 A (Nippon Avionics Co., Ltd.), 31 May, 1994 (31.05.94), Full text; Fig. 2 | 1, 5-9 |
| Y | Full text; Fig. 2 (Family: none) | 2-4 |
| Y | JP 6-232627 A (NEC Corporation), 19 August, 1994 (19.08.94), Full text; all drawings (Family: none) | 2 |
| Y | JP 1-147905 A (Antenna Giken K.K.), 09 June, 1989 (09.06.89), Full text; all drawings (Family: none) | 3 |
| Y | JP 6-196924 A (Sanyo Electric Co., Ltd.), 15 July, 1994 (15.07.94), Full text; all drawings (Family: none) | 4 |
| A | JP 9-51224 A (Nippon Telegr. & Teleph. Corp. <NTT>), 18 February, 1997 (18.02.97), Full text; all drawings (Family: none) | 1-9 |

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.☐ See patent family annex.

| | |
|---|--|
| * Special categories of cited documents: | "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention |
| "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance | "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone |
| "E" earlier document but published on or after the international filing date | "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art |
| "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) | "&" document member of the same patent family |
| "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means | |
| "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed | |

Date of the actual completion of the international search
16 August, 2001 (16.08.01)Date of mailing of the international search report
28 August, 2001 (28.08.01)Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP01/05102

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages | Relevant to claim No. |
|-----------|---|-----------------------|
| P | JP 2001-127530 A (Mitsubishi Electric Corporation), 11 May, 2001 (11.05.01), Full text; all drawings (Family: none) | 1-9 |
| P | JP 2001-28413 A (Kyocera Corporation), 30 January, 2001 (30.01.01), Full text; all drawings (Family: none) | 1-9 |

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl.⁷ H01Q13/08, H01Q21/06, H01L25/04, H05K3/46

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl.⁷ H01Q13/08, H01Q21/06-21/24, H01L25/04,
H05K3/46

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1922-1996年
 日本国公開実用新案公報 1971-2001年
 日本国登録実用新案公報 1994-2001年
 日本国実用新案登録公報 1996-2001年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

| 引用文献の カテゴリ* | 引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示 | 関連する 請求の範囲の番号 |
|----------------|--|------------------|
| X Y | JP 6-152237 A (日本アビオニクス株式会社) 31. 5月. 1994 (31. 05. 94) 全文, 第2図 全文, 第2図 (ファミリーなし) | 1, 5-9 2-4 |
| Y | JP 6-232627 A (日本電気株式会社) 19. 8月. 1994 (19. 08. 94) 全文, 全図 (ファミリーなし) | 2 |

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリ

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの

「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)

「O」 口頭による開示、使用、展示等に関する文献

「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

16. 08. 01

国際調査報告の発送日

28.08.01

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

新川 圭二

電話番号 03-3581-1101 内線 6707



5T

8623

| C (続き) . 関連すると認められる文献 | | |
|-----------------------|--|------------------|
| 引用文献の カテゴリー* | 引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示 | 関連する 請求の範囲の番号 |
| Y | JP 1-147905 A (アンテナ技研株式会社) 09. 6月. 1989 (09. 06. 89) 全文, 全図 (ファミリーなし) | 3 |
| Y | JP 6-196924 A (三洋電機株式会社) 15. 7月. 1994 (15. 07. 94) 全文, 全図 (ファミリーなし) | 4 |
| A | JP 9-51224 A (日本電信電話株式会社) 18. 2月. 1997 (18. 02. 97) 全文, 全図 (ファミリーなし) | 1-9 |
| P | JP 2001-127530 A (三菱電機株式会社) 11. 5月. 2001 (11. 05. 01) 全文, 全図 (ファミリーなし) | 1-9 |
| P | JP 2001-28413 A (京セラ株式会社) 30. 1月. 2001 (30. 01. 01) 全文, 全図 (ファミリーなし) | 1-9 |